

# VELEUČILIŠTE U POŽEGI



**Dora Borić 1368/14**

## **KEMIJSKA I ORGANOLEPTIČKA SVOJSTVA RAZLIČITIH ČAJEVA OD ARONIJE**

### ***ZAVRŠNI RAD***

Požega, 2018. godine

VELEUČILIŠTE U POŽEGI

POLJOPRIVREDNI ODJEL

PREDDIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE

**KEMIJSKA I ORGANOLEPTIČKA SVOJSTVA  
RAZLIČITIH ČAJEVA OD ARONIJE**

***ZAVRŠNI RAD***

IZ KOLEGIJA PRERADA VOĆA

MENTOR: dr.sc. Valentina Obradović

STUDENT : Dora Borić

Matični broj studenta :1368/14

Požega, 2018. Godine

**Sažetak:**

Zadatak ovog završnog rada bilo je ispitivanje osnovnih fizikalnih i kemijskih svojstava 4 različita čaja od aronije. Određivani su slijedeći parametri: ton i gustoće boje, antioksidativna aktivnost DPPH metodom, ukupni polifenoli mikro Folin-Ciocalteu metodom, te organoleptičko ocjenjivanje uzoraka čaja. Ogranoleptičko ocjenjivanje provedeno je na uzorku od 15 studenata prehrambene tehnologije, a obuhvaćalo je ocjenjivanje mirisa, okusa i boje svih uzoraka čajeva. Utvrđeno je kako vrijeme ekstrakcije i porijeklo čaja znatno utječu na analizirane parametre. Najbolje organoleptički ocijenjeni uzorci ujedno su imali i najviši udio polifenola i antioksidativnu aktivnost.

**Ključne riječi:** aronija, čaj, polifenoli, antioksidativna aktivnost

**Abstract:**

The task of this work was an examination of the basic physical-chemical properties of four aronia teas. It included measurement of color hue and color density, determination of antioxidant activity by DPPH method, determination of total polyphenols by micro Folin-Ciocalteu method. and organoleptic evaluation. Organoleptic evaluation was done by the panel of 15 students of food technology. Smell, taste and color of the samples were scored according to hedonistic scale. Time of extraction and tea origin influenced analyzed parameters. Samples with the best organoleptic score also had highest level of total polyphenols and antioxidant activity.

**Key words:** aronia, tea, polyphenols, antioxidant activity

## Sadržaj:

1. UVOD .....	1
2. PREGLED LITERATURE .....	2
2.1. Aronija .....	2
2.2. Sorte Aronije.....	3
2.3. Morfologija i fiziologija aronije .....	4
2.4. Ekologija aronije.....	5
2.5. Prinos aronije .....	5
2.6. Berba aronije.....	5
2.7. Nutritivna vrijednost.....	6
2.8. Fenoli .....	7
2.8.1. Flavonoidi .....	7
2.8.2. Fenolni spojevi aronije.....	8
2.9. Proizvodi od aronije.....	8
2.10. Sušenje voća .....	8
2.10.1. Priprema voća za sušenje .....	9
2.10.2. Postupci i uređaji za sušenje .....	9
2.11. Tehnološki postupak proizvodnje čaja od aronije .....	10
2.12. Utjecaj na zdravlje .....	11
3. MATERIJALI I METODE .....	12
3.1. Zadatak .....	12
3.2.1. Priprema uzoraka .....	13
3.2.2. Određivanje tona i gustoće boje čaja .....	13
3.2.3. Određivanje antioksidacijske aktivnosti DPPH metodom .....	14
3.2.4. Određivanje ukupnih polifenola mikro Folin-Ciocalteuovom metodom.....	15
3.2.5. Organoleptičko ocjenjivanje uzoraka.....	16
4. REZULTATI.....	18
5. RASPRAVA.....	22
6. ZAKLJUČAK .....	23
7. LITERATURA.....	24

## 1. UVOD

Suvremene spoznaje o prehrani ukazuju nam na sve veću važnost voća i povrća, odnosno njihovih prerađevina u standardnoj i funkcionalnoj prehrani. U današnje vrijeme, sve više ljudi se okreće prehrani bogatoj vitaminima, mineralima, ugljikohidratima, a upravo to je jedna od glavnih karakteristika bobičastog voća. Posebno se tu ističu maline, kupine, borovnice, brusnice, jagode ali i jedna od njih kao i jedna od najzdravijih je svakako aronija. Aronija se svrstava u rod listopadnih grmova te se može koristiti kao ukrasna biljka, ali češća primjena joj je u kulinarstvu, gdje se koristi za dobivanje džemova, želea, sokova, likera te raznih čajeva od same aronije ili s dodacima. Svima se preporuča konzumiranje aronije zbog velikog sadržaja raznih vitamina.

U ovom radu zadatak je bio provesti fizikalno-kemijsku analizu različitih čajeva od aronije, te provesti organoleptičko (senzorsko) ocjenjivanje kako bi utvrdili reakcije i navike potrošača na ovaj proizvod. Istraživanje se provodilo na 4 različita čaja od aronije, od kojih je jedan bio sa dodatkom hibiskusa.

## 2. PREGLED LITERATURE

### 2.1. Aronija

*Aronia melanocarpa* Elliott poznatija kao Crna Aronija (Slika 1.), pripada podobitelji *Pomoideae*, obitelji *Rosaceae*. Osim nje poznate su i crvena aronija (*A.arbutifolia*(Elliott)Pers) i purpurna aronija (*A.Prunifolia*) koje se uzgajaju kao ukrasne biljke. U daljem su srodstvu s kruškama i rodom *Sorbus*, bobice su došle s istočnog dijela Sjeverne Amerike početkom 18. stoljeća. Obožavali su ih Indijanci koji su miješali sušeno voće s drugim, da bi napravili kolače za zimnicu, ali europski uzgajivači su ih voljeli zbog boje listova tijekom jeseni. Aronija je poznata po tome da se lako prilagođava različitim klimatskim prilikama. Biljka dobro uspijeva u nordijskim ali i u kontinentalnim klimama koje su tipične za središnju Europu, pa čak i u sredozemnim klimama na jugu. Aronija predstavlja višegodišnji žbun koji može ponekad dosegnuti visinu i do 4 metra. Dužina vegetacijskog perioda aronije u prosjeku iznosi 170 dana. Cvjetovi aronije su samooplodni, a oprašivanje je entomofilno. U pravilu rađa svake godine. Razmnožava se vegetativno i to na različite načine: reznicama, nagrtanjem, položenicama, kalemljenjem i kulturom tkiva i generativno-sjemenom, najčešće u cilju dobivanja ukrasnih biljaka. Odlikuje je redovna i jako dobra rodnost. Aronija se u prehrambenoj industriji najčešće koristi za dobivanje džemova, želea, čajeva, bistrih sokova i likera. Osim prehrambene industrije, aronija je prisutna i u proizvodnji alkoholnih pića, te u farmaceutskoj industriji i travarstvu kao ljekovita biljka (Nikolić i Milivojević, 2015; Biggs, McVicar i Flowerdew, 2005).



Slika 1. *Aronia melanocarpa* Elliott (Vaplantatlas.org, 03.05.2018., url)

## 2.2. Sorte Aronije

Viking (Slika 2.) - sorta aronije dobivena u Finskoj, te poznata u nordijskim zemljama, kao i u Poljskoj. Karakterizira ju uspravan i bujan rast, otpornost na hladnoću te visina 2-3 metra. Daje visoke prinose, plodovi su krupni i nisu skloni osipanju.

Nero (Slika 3.) - poznatija kao češka sorta. Najviše se uzgaja u Njemačkoj, Rusiji i Estoniji. Sorta aronije koja se lako razmnožava, plod je bogat vitaminom C i antioksidansima te joj je produktivnost visoka.

Moravska slatkoplodna- češka sorta, žbun uspravan, i jako produktivna sorta aronije.

Altajska krupnoplodna- žbun uspravan i jako otporan na hladnoću, produktivnost joj je prosječna, a plod bogat antocijanima i krupan (Nikolić i Milivojević, 2015).



Slika 2. Sorta Viking (Fragaria,  
09.05.2018., url)



Slika 3. Sorta Nero (Mavmrasadnik,  
09.05.2018., url)

### 2.3. Morfologija i fiziologija aronije

Aronija predstavlja višegodišnji žbun koji, ako se dobiva iz sjemena (Slika 4.), može dosegnuti i do 4 metra visine. Njen korjenov sistem je jako razvijen, a pretežno su to tanki površinski korjenovi. Jednogodišnji izbojci su tanki, maljavi, tamnosivi. Drvni pupoljci su zašiljeni, dok su cvjetni nepravilni, zaobljeni i ne prijanjaju za granu. Listovi aronije su eliptično-zašiljeni, nazubljenih ivica, debeli, tamnozelene boje. Listovi su dugi 6-8 cm, a široki 4-6 cm. Cvjetovi su bijelo-sivi, često ružičasto prebojeni. Miris cvjetova podsjeća na oskоруšu, iako nema baš ugodan miris čovjeku, pčele i drugi insekti oprašivači ju rado posjećuju. Plodovi su okruglastog do spljoštenog oblika, tamnoplave do skoro crne boje. Aronija se svrstava u bobice zbog svoje karakteristične teksture, okruglog oblika i male krupnoće, pa ju zbog toga svrstavamo u grupu „Berry fruit“. Masa 1000 svježih sjemenki iznosi oko 12 grama, a suhih 4 grama. Dužina vegetacijskog perioda iznosi u prosjeku 170 dana. Najproduktivnije su grane starosti od 2 do 5 godina i kod žbunova u punoj rodnosti na njima se zameće oko 70 % plodova. Cvjetovi su samooplodni, a oprašivanje je entomofilno. Poput drugih vrsta voćaka koje cvjetaju kasno, cvjetovi aronije nisu izloženi opasnosti od proljetnih mrazova. U pravilu rađa svake godine, a plodovi povećavaju masu nakon 3 mjeseca od početka cvjetanja a sazrijevaju u periodu kolovoz-rujan (Nikolić i Milivojević, 2015).



Slika 4. Sjeme aronije (Anonymous\_1, 18.03.2018., url)



## **2.4. Ekologija aronije**

Laka prilagodljivost različitim klimatskim uvjetima jedna je od glavnih prednosti aronije. Aronija dobro uspijeva u nordijskim, kontinentalnim klimama pa čak i do sredozemnih klima na jugu. Jednako dobro uspijeva u ravnici kao i na većim nadmorskim visinama od 1200 do 1500 metara. Nadzemni dijelovi stabla i korjenov sistem imaju veliku otpornost na hladnoću. Ima prosječne zahtjeve za vodom, a u područjima gdje ima oko 1000-1200 padalina godišnje, prinosi aronije se mogu povećati čak i do 30 %. Ali tijekom ljeta, kada dolazi do dugih razdoblja visokih temperatura, i niske vlažnosti zemljišta i zraka mogu dovesti do smanjenja kvalitete plodova koji postaju sitniji i manje sočni. Aronija ima izraženu potrebu za svjetlošću, može izdržati manje plodna zemljišta, ali ne i smanjenu osvjetljenost. Uspijeva na skoro svim vrstama zemljišta, osim kada je riječ o pretjerano vlažnom i močvarnom zemljištu. Površinski korjenov sistem omogućuje razvoj čak i u zonama visokih podzemnih voda, ali ako voda ostaje u zemljištu duži vremenski period, biljka može pretrpjeti velika oštećenja (Nikolić i Milivojević, 2015).

## **2.5. Prinos aronije**

Redovna i dobra rodnost je jedna od glavnih karakteristika aronije. Počinje rađati već u trećoj godini, te pritom daje prinos od oko 0,3-0,5 kg po biljci. U periodu od 5. do 7. godine, prinos po žbunu može doseći 7-8 kg. Od osme godine starosti, u periodu pune rodnosti, prinos bi mogao dostići i 10 kg po žbunu (Nikolić i Milivojević, 2015).

## **2.6. Berba aronije**

Berba se najčešće vrši jednim jednim otkidanjem a sazrijeva najčešće u jednako vrijeme. Kada su plodovi crni i sjajni, odnosno potpuno zreli se smatra najboljim vremenom za berbu aronije. Nezreli plodovi imaju manji sadržaj šećera i polifenola i upola manju količinu antocijana u odnosu na zrele i dobro obojene plodove. Plodovi koji su potpuno zreli ne otpadaju i ne trule. Plodovi aronije se vrlo lako odvajaju od peteljke. Berbu je najbolje izvoditi od polovice kolovoza do početka listopada. U tom periodu masa ploda više se ne povećava, a sila potrebna za otkidanje bobica znatno opada (Nikolić i Milivojević, 2015).

## 2.7. Nutritivna vrijednost

Aronija ima veliku nutritivnu vrijednost (Tablica 1.) zbog svog bogatstva fitotvarima. Flavonoidi u aroniji daju joj izražena antioksidativna svojstva zahvaljujući kojima aronija povoljno utječe na zdravlje. Izuzetno je bogata vitaminima, tu se mogu istaknuti vitamin C, vitamin A te vitamin E. Od minerala najzastupljeniji su mangan, željezo, cink i magnezij. Uz navedene visoke nutritivne vrijednosti i njezin pozitivan utjecaj na zdravlje, visok udio dijetalnih vlakana promiče aroniju u zaštitnika čitavog organizma (Adiva, 05.05.2018.).

Tablica 1. Energetska i nutritivna vrijednost aronije na 100 grama (Opg-Lesjak, 05.05.2018.,  
url)

	<b>VRIJEDNOST</b>	<b>RDA</b>
<b>ENERGETSKA VRIJEDNOST</b>	47 kcal	2,5 %
<b>UGLJIKOHIDRATI</b>	9,6 g	7 %
<b>BJELANČEVINE</b>	1,4 g	2,5 %
<b>MASTI-ukupno</b>	0,5 g	2 %
<b>KOLESTEROL</b>	0	0
<b>DIJELATALNA VLAKNA</b>	5,3 g	14 %
<b>VITAMINI</b>		
<b>FOLNA KISELINA</b>	25 µg	6 %
<b>A</b>	2,14 mg	7 %
<b>C</b>	21 mg	35 %
<b>E</b>	1,17 mg	8 %
<b>K</b>	19,8 µg	17 %
<b>ELEKTROLITI</b>		
<b>Na</b>	1 mg	0 %
<b>K</b>	162 mg	3 %
<b>MINERALI</b>		
<b>Ca</b>	30 mg	3 %
<b>Fe</b>	0,62 mg	8 %
<b>Mg</b>	0,646 mg	32 %

## 2.8. Fenoli

Fenoli su spojevi koji na svom benzenskom prstenu imaju hidroksilnu skupinu (Slika 5.). Jedna od najstarijih metoda dobivanja fenola je reakcija benzensulfonske kiseline s natrijevim hidroksidom. U toj reakciji benzen se sulfonira, a zatim se benzensulfonska kiselina zagrijava s NaOH, zakiseljevanjem te smjese nastaje fenol. Također jedna od metoda dobivanja fenola je hidroliza klorbenzena. Prilikom zagrijavanja klorbenzena s vodenom otopinom NaOH pri visokom tlaku i zakiseljavanjem reakcijske smjese nastaje fenol. Na njihova fizikalna svojstva najveći utjecaj ima hidroksilna skupina zbog koje fenoli mogu stvarati vodikove veze s drugim molekulama i s vodom. Najprepoznatljivije svojstvo fenola je svakako njegova kiselost. Fenoli su kiseli od alifatskih alkohola, a manje su kiseli od karboksilnih kiselina. Tipične reakcije elektrofilne aromatske supstitucije na fenolima koje se lako odvijaju su: halogeniranje, nitiranje, sulfoniranje i alkiliranje. Primjenjuju se kao antiseptici i dezinficijensi. (Dumančić, 2017).



Slika 5. Molekularna i strukturna formula fenola (Anonymous\_2, 26.04.2018., url)

### 2.8.1. Flavonoidi

Flavonoidi ili bioflavanoidi su skupina raznolikih polifenolskih spojeva koji su široko rasprostranjeni u biljnim organizmima. Izolirano ih je preko 4000, a odgovorni su za šarenilo voća, povrća i cvijeća te imaju ulogu u zaštiti biljaka od mikroba i napada insekata. Flavonoidi su sekundarni metaboliti, što znači da predstavljaju organske spojeve koji nemaju direktan utjecaj na rast i razvoj biljaka, ali su moćni antioksidansi koji odstranjuju slobodne radikale. Mogu se podijeliti u nekoliko većih skupina: antocijani, flavanoni, flavoni, flavonoli, izoflavonoidi (Nutricionizam, 19.03.18., url).

### **2.8.2. Fenolni spojevi aronije**

Najvažnija podjela fenolnih spojeva u aroniji je na flavonoide i fenolne kiseline. Bobice aronije bogate su sadržajem procijanidina, antocijana te fenolnih kiselina. Velik dio fenolnih spojeva iz bobica nalazi se u soku aronije, ali je i meso bobice koje zaostaje u procesu proizvodnje soka bogato ovim bioaktivnim spojevima. Procijanidini su identificirani kao većinski u fenolnom sastavu aronije. Bobice sadrže 460 mg antocijana na 100 g svježeg voća, pretežno cijanidin-3-galaktozida i cijanidin-3-arabinozida za koje se tvrdi da čine 64 % i 29 % ukupne količine antocijana nađene u koži i mesu ploda. Sadržaj antocijana se može povećati za 180 % između sredine kolovoza i sredine rujna što znači da na udio fenolnih spojeva utječu i klima, vrijeme berbe i vrsta aronije, a kod određivanja količine može utjecati i odabrana metoda analize. Povećan udio antocijana je glavni cilj uzgoja crne aronije (Jeppsson i Johansson, 2000; Krenn et al., 2007).

### **2.9. Proizvodi od aronije**

Aronija predstavlja voće visokog udjela biološki aktivnih komponenata koje pružaju širok raspon pozitivnih učinaka na ljudsko zdravlje. Iz tog je razloga postala sirovina koju se često prerađuje u sokove, kaše, pekmeze i žele proizvode, ali ju se također koristi i kao prehrambeno bojilo te nutritivni dodatak prehrani. Na tržištu zasad nalazimo nekolicinu proizvoda od aronije, a to su: matični sok, koncentrirani voćni sok, voćni sok, pekmez, vodeni pripravak od listova i bobica (čaj), sušena aronija, prah, sirup, vino i liker. Također, upravo se zbog visokog udjela antocijana, fenola, vitamina i minerala smatra funkcionalnom hranom. Svježe bobice aronije, ali i njene prerađevine te ekstrakti dobar su izvor esencijalnih metala kao i organskih spojeva zbog čega je potražnja za preradom i uporabom aronije postala sve veća (Juranović-Cindrić et al., 2017; Jurikova et al., 2017).

### **2.10. Sušenje voća**

Sušenje je poznato kao jedna od najstarijih i najraširenijih metoda konzerviranja. Sušenje se može provoditi prirodno i umjetno. Prirodnim sušenjem se voda odstranjuje sunčevim zračenjem i prirodnim strujanjem zraka, a umjetno sušenje se provodi pod nadziranim mikroklimatskim uvjetima. Sušenjem se iz hrane uklanja i hidratna i konstitucijska voda, pa nastaju velike promjene a neke od njih su ireverzibilne. Očituju se smanjenjem moći hidratacije,

posmeđivanjem koje ne nastaje djelovanjem enzima, gubitkom nekih važnih sastojaka kao što su tvari arome, te razgradnjom termolabilnih sastojaka. Proces dehidracije zraka kod konstantnih uvjeta okoline se može podijeliti na period konstantne brzine i period padajuće brzine sušenja. Za vrijeme konstantne brzine sušenja uklonjena voda s površine se neprestano nadograđuje kapilarnim tokom. Kraj tog perioda je onda kada dotok vode ne može omogućiti zasićenje površine. Najvažniji kriterij za određivanje uspješnosti procesa dehidracije je proces rehidracije. Izražava se kao rehidracioni omjer i koeficijent rehidracije (Obradović, 2014).

### **2.10.1. Priprema voća za sušenje**

Priprema voća za sušenje uključuje nekoliko operacija kao što su: pranje, kalibriranje, rezanje, ljuštenje, usitnjavanje.

Specifični procesi su: blanširanje, sumporenje, sulfitiranje i dipovanje. Navedeni procesi provode se u svrhu sprječavanja posmeđivanja (Obradović, 2014).

### **2.10.2. Postupci i uređaji za sušenje**

Adijabatske sušnice: za grijanje i odvođenje pare služe vrući plinovi.

Kontaktne sušnice: toplina se prenosi kroz metalne plohe koje su nosači rane pri sušenju, proces se provodi na zraku ili na vakumskim komorama pod sniženim tlakom uz usisavanje i ukapljivanje razvijene supare.

Sušnice mogu biti s infracrvenim, dielektričnim i mikrovalnim grijanjem, ali im je upotreba ograničena.

Komorne sušnice: najjednostavnije, u pravilu diskontinuirane, sastoje se od jedne izolirane komore- prostora za smještaj materijala, ventilatora i grijača.

Tunelske sušnice: obično su polukontinuirane, lese s pripremljenim voćem smještaju se i provode kroz sušnicu na kolicima. Sušenje može biti sustrujno i protustrujno.

Sušenje s trakom: materijal se raspoređuje i transportira na perforiranim trakama od pletiva što omogućuje kontinuiranost procesa i dobar kontakt sa zrakom, dok se prebacivanjem s gornje na donju traku postiže okretanje materijala i ujednačenost sušenja pojedinih dijelova proizvoda.

Sušenje fluidizacijom: primjenjuje se kao samostalni proces dehidracije ili u sklopu tzv. višefaznih postupaka u kombinaciji s drugim jediničnim procesima u završnoj fazi dosušivanja i ohlađivanja.

Sušenje raspršivanjem: najrašireniji postupak za sušenje namirnica u vidu otopina, suspenzija ili kaše. Sastoji se od 4 stupnja: raspršivanje namirnica, ostvarivanje kontakta raspršene namirnice sa zrakom kojim se vrši dehidracija, isparivanje vode iz raspršenih kapljica, odvajanje osušeno praha od izlazećeg zraka (Obradović, 2014).

## **2.11. Tehnološki postupak proizvodnje čaja od aronije**

Tijekom proizvodnje soka od aronije, nakon prešanja same aronije dolazi do nastanka veće količine komine tj. međuprodukta. U mnogim postrojenjima dobiveni međuprodukt se obrađuje vrućom vodom i zatim ponovno ide na prešanje, ponekad čak 2-3 puta da bi se postiglo veće iskorištenje ukupnih topljivih krutina, dok se u nekim drugim slučajevima to baca u otpad ili se koristi kao stočna hrana. Ali druga istraživanja su pokazala kako je komina bogata biološki aktivnim spojevima i to čak sa postotkom većim nego kod svježih bobica aronije. Stoga se komina suši i iskorištava za proizvodnju čaja od aronije, važno je samo da se komina što prije stavi sušiti kako ne bi došlo do njezinog kvarenja. Sušenje se provodi u trakastim sušarama na način da komina na perforiranim trakama prolazi kroz sušaru te se zatim grije toplim zrakom određeno vrijeme. Prilikom proizvodnje čaja od aronije treba primijeniti brze metode sušenja, zato što izlaganje soka od aronije temperaturi od 60 °C tijekom 8 sati, rezultira smanjenjem razine antocijana do 30 % i gubitkom antioksidacijskih svojstava (Kasparavienė i Briedis, 2003; Barret, 2005; Mayer-Miebach, 2012).

## **2.12. Utjecaj na zdravlje**

Aronija je poznata kao ljekovita biljka u farmaceutskoj industriji i travarstvu. Koncentrirani sok od aronije se koristi kao zaštita od kardiovaskularnih poremećaja, zato što utječe na smanjenje krvnog tlaka. Svježi sok, neovisno od plodova aronije ili od listova se koristi kao pomoć pri opekotinama ili krvarenju, te kao zaštita u periodu terapije od antikoagulansima. U Poljskoj se može naći u prodaji „Geriasol“ proizvod na bazi soka od aronije, koji je namijenjen starijoj populaciji te „Aroniovit“ sok od aronije sa dodatkom vitamina C. U Rusiji se aronija koristi za dobivanje proizvoda sa vitaminima P i C, od kojih se prvi dobiva iz komete aronije, proizvod sadrži od 17000 do 18000 mg/100 g vitamina P ,a preporučuje se za terapiju venskih kapilara (Nikolić i Milivojević, 2015). Pod nazivom vitamina P ne podrazumjeva se pravi vitamin nego skupina biljnih tvari. Oni imaju svojstva slična vitaminima ali su danas poznati kao flavonoidi ili bioflavonoidi (Alternativa za vas, 25.04.2018, url).

### 3. MATERIJALI I METODE

#### 3.1. Zadatak

Zadatak ovog istraživanja bilo je fizikalno-kemijska i organoleptička analiza različitih čajeva od aronije.

Tablica 2. Popis uzoraka za analizu

BROJ UZORAKA	
UZORAK 1	Sušene bobice domaće aronije
UZORAK 2	Kupovni čaj od aronije s hibiskusom
UZORAK 3	Ostatci aronije sušeni nakon prešanja za sok
UZORAK 4	Sušena aronija iz ekološkog uzgoja



Slika 6. Uzorak 1



Slika 7. Uzorak 2



Slika 8. Uzorak 3



Slika 9. Uzorak 4



## 3.2. Metode

### 3.2.1. Priprema uzoraka

U 4 laboratorijske čase volumena 200 mL ulije se kipuća voda, te se u svaku čašu stavi po jedna vrsta čaja. Svaki čaj se kuhao u vremenskim intervalima od 3, 6 i 9 minuta. Nakon svakog intervala odvoji se 20 mL uzorka u manju laboratorijsku čašu.



Slika 10. Pripremljeni uzorci čajeva za analizu (Izvor: Autor)

### 3.2.2. Određivanje tona i gustoće boje čaja

Parametar tona i gustoće boje direktno se očitava na displayu (Uređaj: HI 83742 COLOR & PHENOLS ISM for wine analysis). U kivetu se pomoću plastične pipete stavi 10 mL uzorka, u ovom slučaju čaja, te se kiveta zatvori čepom. U izborniku uređaja odabere se program P1 za gustoću boje bijelog vina (color density for white wine). Prije očitavanja potrebno je uređaj „nulirati“ s destiliranom vodom. Za 1. i 4. uzorak potrebno je promijeniti program u izborniku uređaja na P2 (color density for red wine) jer se radi o tamno obojenim čajevima. Kod pripreme uzorka potrebno je staviti samo 2 mL čaja u kivetu od 10 mL, a

ostatak napuniti sa HI 8374-20 fenolnim reagensom. Prije očitavanja uređaj je također potrebno „nulirati“ s destiliranom vodom.



Slika 11. Uređaj za mjerenje tona i gustoće boje (Izvor: Autor)

### 3.2.3. Određivanje antioksidacijske aktivnosti DPPH metodom

Spektrofotometar je instrument koji mjeri količinu svjetla koju apsorbira određena vrsta molekula u otopini. Zraka svjetlosti propušta se kroz uzorak te se mjeri intenzitet svjetla koje je prošlo kroz analizirani uzorak i uspoređuje sa intenzitetom ulaznog svjetla. Uređaj omogućuje mjerenja apsorbancije, %-tak transmisije ili koncentracije u otopinama. Mjerenja se mogu vršiti samo na sobnoj temperaturi (Pbf.unizg, 05.05.2018., url).



Slika 12. Spektrofotometar (Izvor: Autor)

### **Postupak:**

Za pripremu DPPH otopine potrebno je otopiti 4 mg DPPH u 100 mL etanola. U kivetu se odpipetira 2 mL DPPH otopine te se izmjeri početna apsorbancija otopine radikala ( $A_0$ ). U kivetu se potom doda 50  $\mu$ L čaja tj. antioksidansa, smjesa se dobro promiješa i prati se promjena apsorbancija otopine tijekom pola sata pri valnoj duljini od 517 nm.

Postotak inhibicije DPPH radikala uzoraka računati prema jednadžbi: (Voća, 2011)

$$\% \text{ inhibicije} = [(A_0 - A_t) / A_0] \times 100 \quad (1)$$

$A_0$  - apsorbancija otopine DPPH radikala kod vremena  $t = 0$  min

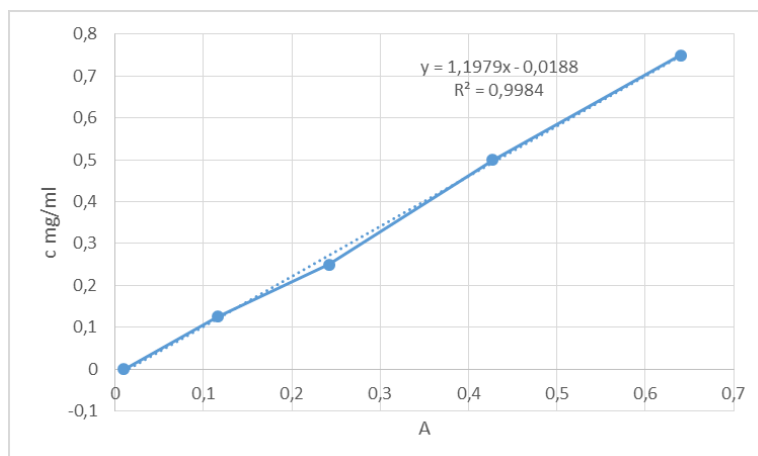
$A_t$  - apsorbancija reakcije smjese kod vremena  $T = X$  min

### **3.2.4. Određivanje ukupnih polifenola mikro Folin-Ciocalteuovom metodom**

Metoda se temelji na oksidaciji fenolnih grupa dodatkom Folin-Ciocalteuova reagensa i nastajanju obojenog produkta. Stupanj obojenja se mjeri spektrofotometrijski. Fenolne grupe se oksidiraju do kinona dodatkom smjese molibdofosfatnih i volframofosfatnih aniona koji se reduciraju u okside i daju plavo obojenje. Nereducirani Folin-Ciocalteuov reagens je žute boje, dok reducirani ima stabilnu plavu boju (Obradović, 2014).

### **Postupak:**

Polifenoli su određeni na slijedeći način: U kivetu se dodaje 200  $\mu$ L čaja (uzorak razrijeđen 10x), 2000  $\mu$ L destilirane vode, te 100  $\mu$ L Folin - Ciocalteuova reagensa. Nakon 30 sekundi u svaku kivetu se dodaje 300  $\mu$ L 20 % vodene otopine natrijevog karbonata. Usporedo se radi i slijepa proba koja se priprema na isti način, ali se umjesto ekstrakta dodaje jednaki volumen destilirane vode. Uzorci se protresu, te ostavljaju na sobnoj temperaturi u mraku 30 minuta. Nakon toga se očitava apsorbancija  $A$  na 765 nm (spektrofotometar Camspec M501), nasuprot slijepoj probi. Iz dobivene apsorbancije preko kalibracijske krivulje izračunate su koncentracije ukupnih polifenola i izražene su ekvivalentima galne kiseline (GAE-gallic acid equivalents), koja je korištena kao standard (Obradović, 2014).



Slika 13. Kalibracijska krivulja (Izvor: Autor)



Slika 14. Obojeni produkt čaja i Folin-Ciocalteuova reagensa prije mjerenja u spektrofotometru (Izvor: Autor)

### 3.2.5. Organoleptičko ocjenjivanje uzoraka

Organoleptička analiza se upotrebljava da bi se okarakterizirala i mjerila senzorska svojstva proizvoda, te da bi se utvrdilo jesu li razlike proizvoda prihvatljive ili neprihvatljive, te mogu li ih konzumenti zamijetiti.

## Postupak:

Senzorsku analizu provode ocjenjivači tj. studenti prehrambene tehnologije (njih 15) promatrajući (boju) kušajući (okus) i njušeći (miris) proizvod u ovom slučaju čaj od aronije. Zatim daju ocjenu za pojedinu kategoriju (boja, miris, okus) pomoću hedonističke skale ocjenjivanja.

Uzorak 1:

Boja	Miris	Okus

Uzorak 2:

Boja	Miris	Okus

Uzorak 3:

Boja	Miris	Okus

Uzorak 4:

Boja	Miris	Okus

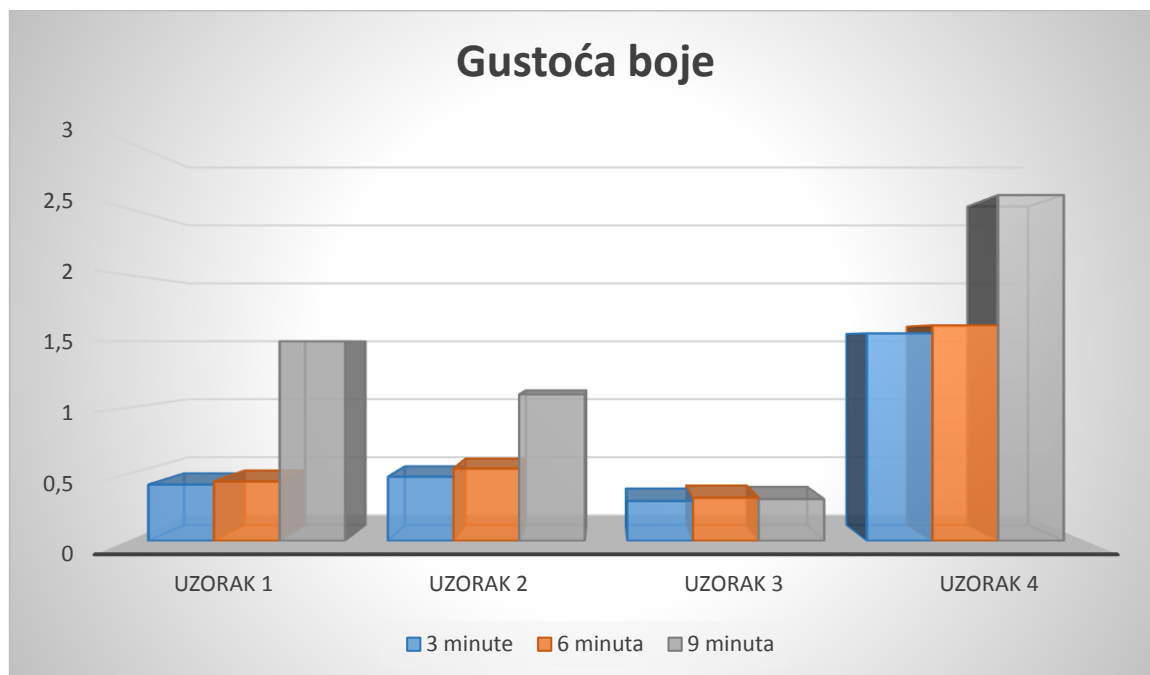
Slika 15. Primjer ocjenjivačkog listića (Izvor: Autor)

Ocjenjivanje hedonističkom skalom:

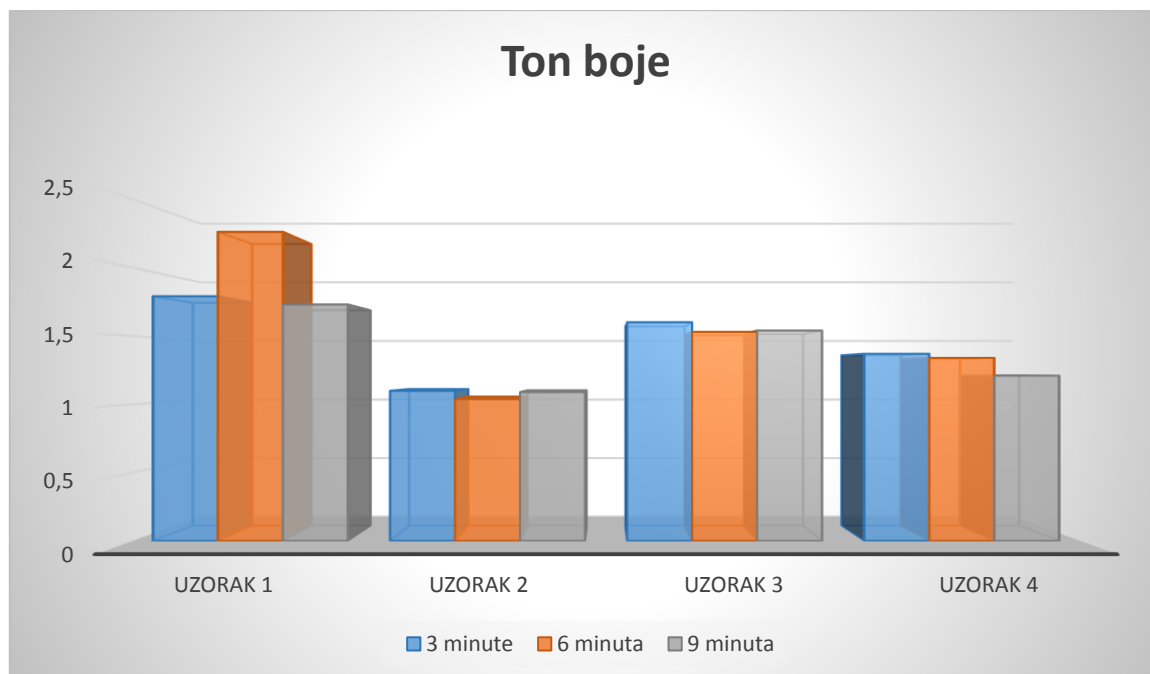
Opis:	brojčana ocjena
Naročito visoko poželjan	9
Vrlo poželjan	8
Osrednje poželjan	7
Neznatno poželjan	6
Neutralan	5
Neznatno nepoželjan	4
Osrednje nepoželjan	3
Vrlo nepoželjan	2
Naročito nepoželjan	1

Slika 16. Način ocjenjivanja (Izvor: Autor)

## 4. REZULTATI



Slika 17. Rezultati gustoće boje uzoraka čaja



Slika 18. Rezultati tona boje uzoraka čaja

Tablica 3. Postotak inhibicije DPPH radikala za Uzorak 1

Vrijeme inhibicije (min)	3 minute (%)	6 minuta (%)	9 minuta (%)
3	6.75	11.25	33.33
5	7.91	12.58	37.58
7	8.91	13.66	40.67
9	9.08	14.5	42.67
10	9.83	15	43.66
15	10.75	16.25	47.66
20	11.5	17.25	48.5

Tablica 4. Postotak inhibicije DPPH radikala za Uzorak 2

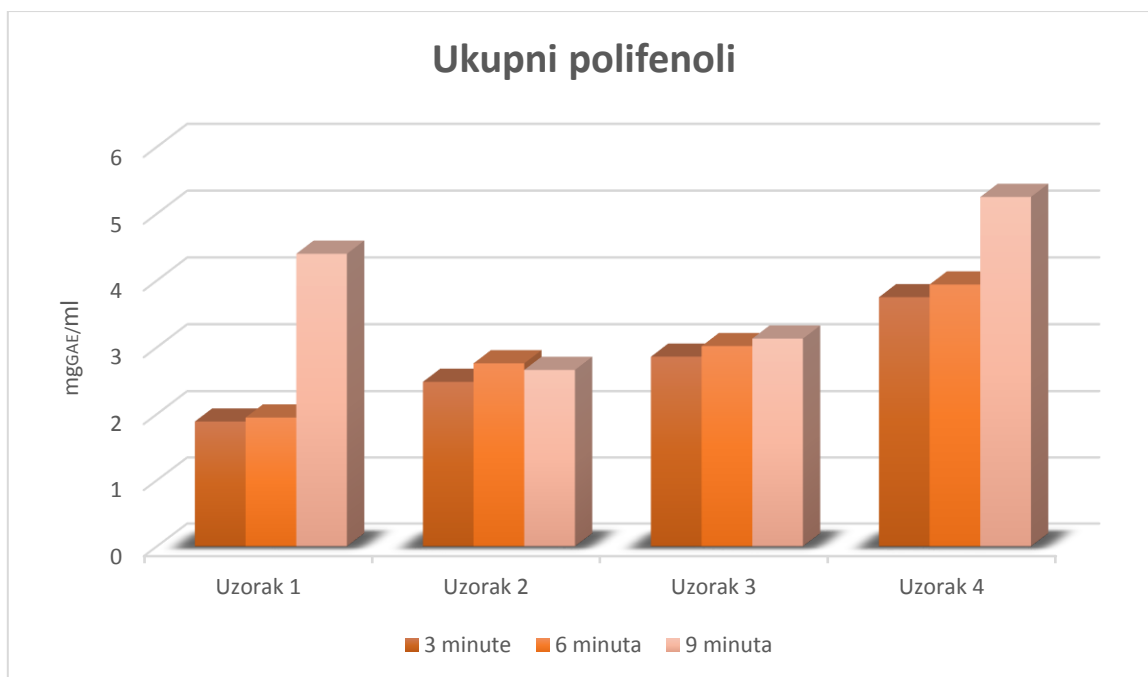
Vrijeme inhibicije (min)	3 minute (%)	6 minuta (%)	9 minuta (%)
3	9.5	12.67	10.83
5	11.75	15.5	13.75
7	13.08	17.08	15.41
9	13.67	18	16.16
10	14.08	18.5	16.76
15	14.91	19.75	17.75
20	15.75	20.75	18.83

Tablice 5. Postotak inhibicije DPPH radikala za Uzorak 3

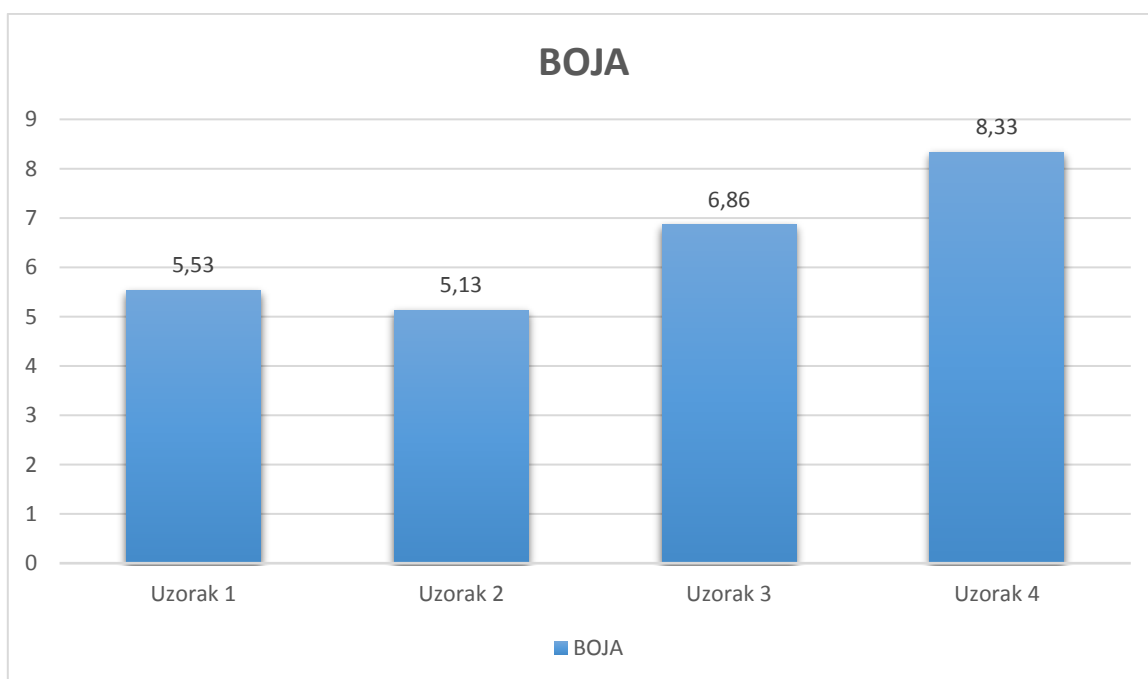
Vrijeme inhibicije (min)	3 minute (%)	6 minuta (%)	9 minuta (%)
3	13.25	18.16	23.41
5	14.16	19.25	24.5
7	14.83	20.16	25.67
9	15.5	20.91	26.5
10	15.91	21.33	27.08
15	17.25	23	27.75
20	21.7	24.08	30.25

Tablica 6. Postotak inhibicije DPPH radikala za Uzorak 4

Vrijeme inhibicije (min)	3 minute (%)	6 minuta (%)	9 minuta (%)
3	34.75	43.25	57.41
5	36.91	46	61.25
7	38.41	47.75	63.82
9	39.58	49.33	65.83
10	40.16	50.08	66.58
15	42.08	52.33	69.72
20	43.5	53.83	71.41

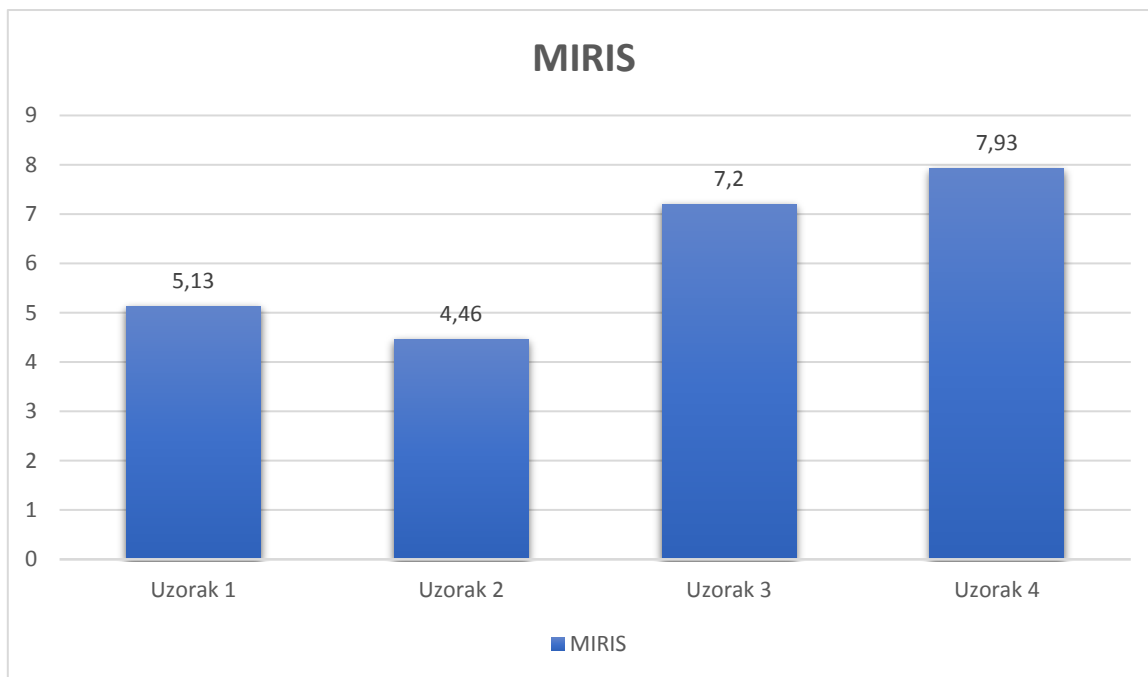


Slika 19. Udio ukupnih polifenola u uzorcima

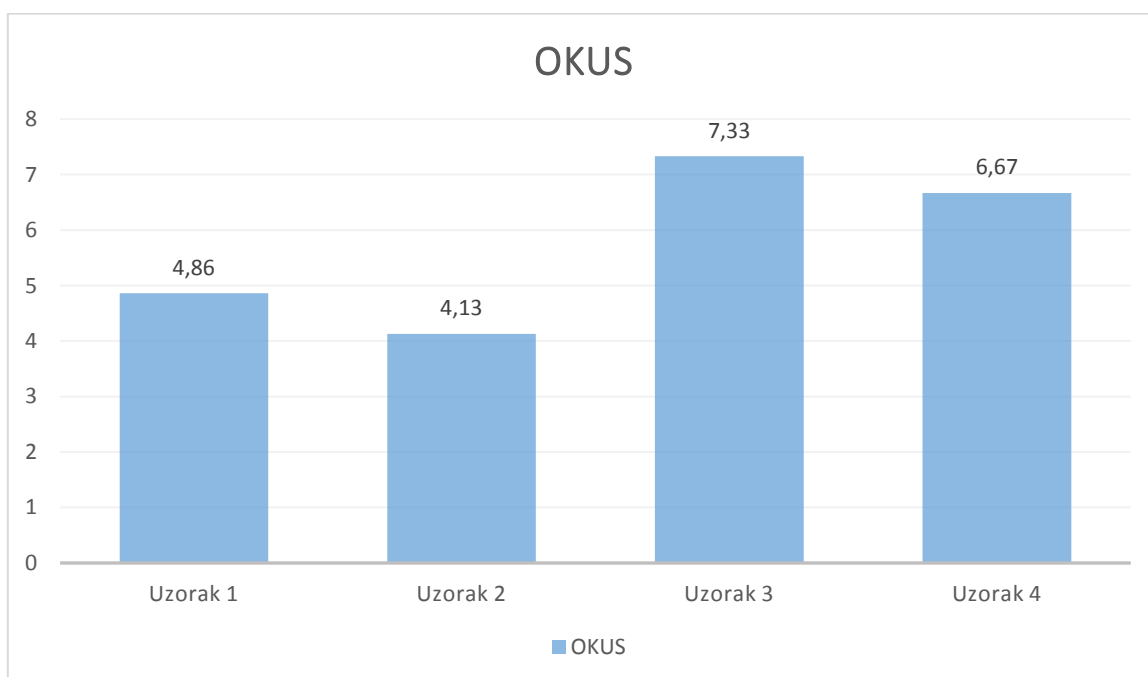


Slika 20. Prosječna ocjena za boju različitih uzoraka čaja na temelju 15 ispitanika





Slika 21. Prosječna ocjena za miris različitih uzoraka čajeva na temelju 15 ispitanika



Slika 22. Prosječna ocjena za okus različitih uzoraka čajeva na temelju 15 ispitanika

## 5. RASPRAVA

Kao što se vidi na slici 17. gustoća boje raste s produljenjem vremena ekstrakcije, s tim da je razlika između 3. i 6. minute vrlo mala, ali između 6. i 9. minute je velika razlika u gustoći boje. Jedina iznimka je uzorak broj 3 gdje praktički nema promijene od 3. do 9. minute. Najveću gustoću boje nakon 9 minuta ekstrakcije imao je uzorak broj 4, slijedi uzorak 1, pa 2 i na kraju uzorak broj 3. Na slici 18. prikazani su rezultati tona boje ovisno o vremenu ekstrakcije. S trajanjem ekstrakcije, vrijednosti za ton boje opadaju, osim kod uzorka broj 1, ali razlike nisu toliko velike kao kod gustoće boje.

U skladu sa gustoćom boje su i vrijednosti za ukupne polifenole (Slika 19.), budući da boja prvenstveno potječe od ovih spojeva. Nakon 9 minuta ekstrakcije uzorak broj 4 imao je čak 5,25 mg<sub>GAE</sub>/ml ukupnih polifenola, slijedi uzorak 1 sa 4,40 mg<sub>GAE</sub>/ml, zatim uzorak 3 i najmanja vrijednost u uzorku 2. Očito je miješanje aronije sa hibiskusom (uzorak 2) utjecao na smanjenje ovih spojeva u konačnom proizvodu. Ovo su vrlo visoke vrijednosti te možemo zaključiti kako osim široko rasprostranjenog soka aronije, čaj se također može smatrati važnim izvorom ovih spojeva. Antioksidativna aktivnost (AA) uzoraka prikazana je u tablicama 3.- 6. AA je u korelaciji sa udjelom polifenola; sa trajanjem ekstrakcije raste AA kod svih uzoraka. Nakon 20 minuta reakcije između uzoraka i DPPH radikala, uzorak 4 (9 minuta ekstrahiran) inhibirao je čak 71 % radikala, slijedi ga uzorak 1 sa 48,5 %, zatim uzorak 3 sa 30 %, te uzorak 2 sa 18,8 %. Uzorak 2 je također najslabije organoleptički ocijenjen za sva 3 svojstva (Slike 20. – 22.), te miješanje aronije sa cvijetom hibiskusa se nije pozitivno odrazilo niti na kemijska niti organoleptička svojstva. Uzorak 4 je najbolje ocijenjen za boju i miris, dok je kod ocjenjivanja okusa na 2. mjestu sa prosječnom ocjenom 6,67, odmah iza uzorka 3 sa prosječnom ocjenom 7,33.

## 6. ZAKLJUČAK

Prema provedenom istraživanju, odnosno kemijskoj analizi i organoleptičkom ocjenjivanju uzoraka 4 različita čaja od aronije može se zaključiti:

- produljenjem vremena ekstrakcije povećava se gustoća boje, udio polifenola i antioksidativna aktivnost uzoraka, a najveći porast ovih parametara je između 6. i 9. minute ekstrakcije,
- udio ukupnih polifenola nakon 9 minuta ekstrakcije je vrlo velik, najveći udio je imao uzorak broj 4, a najmanji uzorak broj 2,
- antioksidativna aktivnost uzoraka je u korelaciji sa udjelom polifenola,
- najbolje organoleptički ocijenjen je uzorak 4, a najslabije uzorak 2,
- miješanje aronije i cvijeta hibiskusa negativno se odrazilo i na kemijska i organoleptička svojstva čaja.

## 7. LITERATURA

1. Barrett, D.M, Somogyi, L., Ramaswamy, H. (2005) *Processing fruits* 2.izd. Florida: CRC Press LLC.
2. Dumančić, T. (2017) *Fenoli i kinoni*. Završni rad. Osijek: Sveučilište J.J.Strossmayera
2. Flowerdew, B., Biggs, M. i McVicar, J. (2005) *Enciklopedija voća, povrća i začinskog bilja*. Rijeka: Naklada Uliks.
3. Jeppsson, N. i Johansson, R. (2000) Changes in fruit quality in black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) during maturation. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 75(3), str 340-345.
4. Juranović-Cindrić, I., Zeiner, M., Mihajlov-Konanov, D., Stinger, G. (2017) Inorganic Macro-and Micronutrients in “Superberries” Black Chokeberries (*Aronia melanocarpa*) and Related Teas. *International journal of environmental research and public health*, 14(5), str. 539-540.
5. Jurikova, T., Mlcek, J., Skrovankova, S., Sumczynski, D., Sochor, J., Hlavacova, I., Orsavova, J. (2017) Fruits of Black Chokeberry *Aronia melanocarpa* in the Prevention of Chronic Diseases. *Molecules*, 22(6), str. 944-946.
6. Kasparaviciene, G i Briedis (2003) *Stability and antioxidant activity of black currant and black Aronia berry juices*. Kannas: Medicina.
7. Krenn, L., Steitz, M., Schlicht, C., Kurth, H., Gaedcke, F. (2007) Anthocyanin-and proanthocyanidin-rich extracts of berries in food supplements—analysis with problems. *Die Pharmazie-An International Journal of Pharmaceutical Sciences*, 62(11), str. 803-812.
8. Lovrić, T. i Piližota, V. (1994) *Konzerviranje i prerada voća i povrća*. Zagreb: Nakladni zavod Globus.
9. Mayer-Miebach E., Adamiuk, M., Behnlian, D. (2012) Stability of chokeberry bioactive polyphenols during juice processing and stabilization of a polyphenol-rich material from the by-product: *Agriculture*, 2, str. 244-258.
10. Nikolić, M i Milivojević, J. (2015) *Jagodaste voćke, Tehnologija gajenja*. Beograd: Birograf Comp.
11. Obradović, V. (2011) *Tehnologija konzerviranja i prerade voća i povrća* (Interna skripta). Požega: Veleučilište u Požegi.
12. Obradović, V. (2014) *Utjecaj temperature i dodatka na fizikalna, kemijska i senzorska svojstva kukuruznih ekstrudata*, Doktorski rad. Osijek: PTF.

## Mrežne stranice:

1. Adiva <https://www.adiva.hr/nutricionizam/trendovi-u-prehrani/hranjiva-ukusna-i-ljekovita-aronija-176/> (05.05.2018.)
2. Alternativa za vas. <http://alternativa-za-vas.com/index.php/clanak/article/vitamin-p-flavonoidi> (25.04.2018)
3. Anonymous\_1 <https://www.oglasnik.hr/prodaja-sadnice-sjeme/aronija-sjeme-oglas-634043> (18.03.2018)
4. Anonymous\_2 <https://hr.garynevillegasm.com/obrazovanie/81895-molekulyarnaya-i-strukturnaya-formula-fenola.html> (26.04.2018)
5. Fragaria <http://www.fragaria.hr/webshop-proizvod-sadnice-aronije-28-8.aspx> (09.05.2018)
6. Mavmrasadnik <https://mavmrasadnik.com/aronija-goji-asimina/aronija> (09.05.2018)
7. Nutricionizam. <https://nutricionizam.com/flavonoidi/> (19.03.2018.)
8. Opg-Lesjak.hr <http://www.opg-lesjak.hr/nutritivna-vrijednost-aronije.php> (05.05.2018.)
9. Pbf.unizg  
[www.pbf.unizg.hr/content/download/4908/32188/.../3/.../spektrofotometar\\_biok.pdf](http://www.pbf.unizg.hr/content/download/4908/32188/.../3/.../spektrofotometar_biok.pdf)  
(05.05.2018.)
10. Vaplantatlas.org <http://vaplantatlas.org/index.php?do=plant&plant=2544> (03.05.2018.)

## **POPIS SLIKA, TABLICA, KRATICA I SIMBOLA**

### **POPIS SLIKA**

Slika 1. Aronija melanocarpa elliott

Slika 2. Sorta Viking

Sorta 3. Sorta Nero

Slika 4. Sjeme aronije

Slika 5. Molekularna i strukturna formula fenola

Slika 6. Uzorak broj 1

Slika 7. Uzorak broj 2

Slika 8. Uzorak broj 3

Slika 9. Uzorak broj 4

Slika 10. Pripremljeni uzorci čajeva za analizu

Slika 11. Uređaj za mjerenje tona i gustoće boja

Slika 12. Spektrofotometar

Slika 13. Kalibracijska krivulja

Slika 14. Obojeni produkt čaja i Folin-Ciocalteuova reagensa prije mjerenja u spektrofotometru

Slika 15. Primjer ocjenjivačkog listića

Slika 16. Način ocjenjivanja

Slika 17. Rezultati gustoće boje uzoraka čaja

Slika 18. Rezultati tona boje uzoraka čaja

Slika 19. Udio ukupnih polifenola u uzorcima

Slika 20. Prosječna ocjena za boju različitih uzoraka čaja na temelju 15 ispitanika

Slika 21. Prosječna ocjena za miris različitih uzoraka čaja na temelju 15 ispitanika

Slika 22. Prosječna ocjena za okus različitih uzoraka čaja na temelju 15 ispitanika

### **POPIS TABLICA**

Tablica 1. Energetska i nutritivna vrijednost aronije na 100 grama

Tablica 2. Popis uzoraka za analizu

Tablica 3. Postotak inhibicije DPPH radikala za Uzorak 1

Tablica 4. Postotak inhibicije DPPH radikala za Uzorak 2

Tablica 5. Postotak inhibicije DPPH radikala za Uzorak 3

Tablica 6. Postotak inhibicije DPPH radikala za Uzorak 4

## POPIS KRATICA I SIMBOLA

Tj.- to jest

%- postotak

°C- Celzijev stupanj

cm-centimetar

kg-kilogram

g-gram

nm-nanometar

kcal-kilokalorija

μg- mikrogram

mg-miligram

tzv-takozvano

mL-mililitar

## IZJAVA O AUTORSTVU RADA

Ja, **Dora Borić** , pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor završnog/diplomskog rada pod naslovom: **Kemijska i organoleptička svojstva različitih čajeva od aronije**, te da u navedenom radu nisu na nedozvoljen način korišteni dijelovi tuđih radova.

U Požegi, \_\_\_\_\_

Ime i prezime studenta:

\_\_\_\_\_